



GRADO EN ECONOMÍA

2019-2020

TRABAJO FIN DE GRADO

**BLOCKCHAIN EN LOS SERVICIOS PÚBLICOS. UN ANÁLISIS
SISTEMÁTICO**

**(BLOCKCHAIN IN PUBLIC SERVICES. A SYSTEMATIC
REVIEW)**

AUTOR: MARIO MARTÍNEZ MARTÍNEZ

DIRECTOR: DANIEL DÍAZ FUENTES

FECHA: Septiembre de 2020

RESUMEN

Blockchain se presenta como una nueva gran tecnología de carácter disruptivo que tendrá consecuencias directas para la sociedad y para la economía, provocando por tanto un cambio notable en numerosos campos de nuestra vida cotidiana. Este TFG presenta una revisión sistemática de las contribuciones científicas publicadas sobre el impacto del blockchain en el campo de los servicios públicos, centrándose de manera más específica en el ámbito de la sanidad y la educación.

ABSTRACT

Blockchain is presented as a great new technology of a disruptive nature that will have direct consequences for society and the economy, thus causing a notable change in many fields of our daily lives. This TFG presents a systematic review of the scientific contributions published about the impact of blockchain in the field of public services, focusing more specially on the field of health and education.

TABLA DE CONTENIDOS

1. Introducción y objetivos.....	4
2. Metodología.....	6
2.1 Estudio y elección de publicaciones.....	6
2.2 Estrategia de búsqueda y selección de estudios.....	7
3. Características de los estudios seleccionados.....	8
4. Resultados.....	11
4.1 Sanidad.....	12
4.2 Educación.....	14
5. Conclusiones.....	17
6. Bibliografía	19

TABLA DE FIGURAS

Figura 1: clasificación de publicaciones según sector.....	6
Figura 2: clasificación de las contribuciones científicas según el año....	8
Figura 3: clasificación de las contribuciones científicas según país.....	9
Figura 4: clasificación de las contribuciones científicas según sector....	9

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Blockchain se presenta como la nueva gran tecnología que tendrá consecuencias directas para la sociedad y la economía (Nofer et al., 2017). Es un ejemplo de DLT (Distributed Ledger Technology: Tecnología de Registros Distribuidos). A este tipo de tecnologías, se les cataloga como disruptivas ya que se afirma (Cagigas et al., 2020) que el potencial que tienen les hará ganar presencia hasta el punto de sustituir tecnologías o la producción de bienes y servicios, tanto privados como públicos, cuyos procesos se transformarán o quedarán obsoletos, provocando cambios innovadores que generen reducciones en los costes y precios (Christensen et al., 2006). Blockchain proporciona aplicaciones de la vida real en entornos más confiables, transparentes y descentralizados; blockchain ofrece servicios que propician la descentralización, la preservación de la privacidad, la inmutabilidad y la autenticidad (Ahmed et al., 2020). Todo esto sitúa la cadena de bloques como elemento clave para gobiernos y empresas; asimismo, se sostiene que esta tecnología tiene un gran impacto en la producción de servicios públicos en cuanto a una mayor transparencia que reduciría la corrupción y la tokenización, atribuyendo un valor monetario a los datos de acceso (Cagigas et al., 2020).

Si bien, la aplicación más conocida de esta cadena de bloques es la referente al bitcoin, en los últimos años se observa una evolución creciente en el interés que despierta esta tecnología. Para ilustrar esto, cabe señalar que una búsqueda en Scopus nos indica que las publicaciones sobre blockchain en 2014 fueron de apenas 10 mientras que en 2019 fueron de 5.791. A septiembre de 2020 estas publicaciones ascienden a 3.698.

Este TFG recoge un análisis sistemático de las contribuciones científicas relevantes, para reunir bajo un mismo documento lo que se sabe relativo al blockchain y, más concretamente, el impacto que puede tener la implantación de esta tecnología en los

servicios públicos. Además, distinguiremos de manera más precisa el efecto que la implantación de esta tecnología pueda tener en dos servicios públicos tan importantes como son el de la sanidad y educación. Así, de manera desglosada, esta revisión sistemática de la literatura presenta como objetivo principal:

1. Evaluar el impacto que tendría la implantación y aplicación de una tecnología de registro distribuido (DLT) como cadena de bloque (blockchain) en los servicios públicos.

Y como objetivos específicos:

2. Evaluar el posible impacto que tiene la implantación de la tecnología blockchain en sanidad.
3. Evaluar el potencial impacto que tiene la implantación de la tecnología blockchain en educación.

La motivación para el presente TFG surge a raíz de los acontecimientos actuales derivados de la crisis sanitaria COVID19. En una sociedad donde nos estamos viendo obligados a evolucionar y adoptar nuevos sistemas de comunicación, evitando en gran parte el contacto personal y físico, la implantación en nuestro día a día de una tecnología que funcione acorde a estas necesidades se antoja como algo fundamental y necesario.

2. METODOLOGÍA

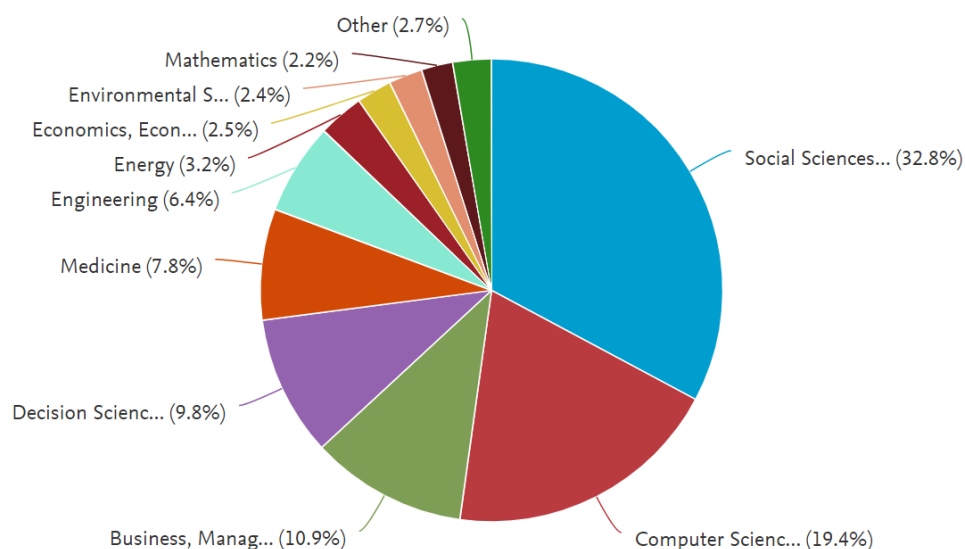
Para la elaboración del presente TFG y satisfacer los objetivos planteados previamente, es imprescindible plantear una metodología que permita estructurar y obtener resultados de este trabajo.

2.1. ESTUDIO Y ELECCIÓN DE PUBLICACIONES

Para la elección de las publicaciones con las que vamos a elaborar este análisis sistemático, debemos tener en cuenta cuál es el objetivo principal de este TFG, que no es otro que el de evaluar los diferentes impactos que pueda tener la implementación de la tecnología de cadena de bloque (blockchain) en los servicios públicos para una serie de agentes sociales. Esto hace que a la hora de la elección de publicaciones debamos tener presente el impacto científico social, reflejado en aquellas cuyo dominio de investigación son las ciencias sociales (Cagigas et al., 2020).

Figura 1: clasificación de publicaciones según sector

Documents by subject area



Fuente: Scopus, a agosto de 2020

En la figura 1 se observa que en base a los datos obtenidos en Scopus (en agosto de 2020), el 32,8% de las publicaciones sobre blockchain son desarrolladas en el ámbito de las ciencias sociales.

En este análisis sistemático se trata el impacto del blockchain en los servicios públicos. Los criterios de búsqueda deben ser establecidos acorde al objetivo y ser precisos. No son objeto de estudio en este caso aquellas publicaciones que traten de las implicaciones técnicas, ingenieriles del blockchain ni aquellas que se centren más en ámbitos que no guarden relación directa con los servicios públicos, como puede ser el caso del Bitcoin aplicado en los negocios.

En cuanto al criterio de elegibilidad, se seleccionará aquellas publicaciones en inglés, ya que son comunes para las revisiones sistemáticas porque facilitan la traducción, la comprensión como idioma de comunicación científica internacional y replicabilidad (Wilson et al., 2003)

2.2 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA Y SELECCIÓN DE ESTUDIOS

La estrategia de búsqueda se ha visto fundamentada en una importante base de datos como es Scopus (<https://www.scopus.com/home.uri>). En ella se realizó una búsqueda inicial a través de la palabra “blockchain” incluida en el título, resumen o como palabra clave junto a otra búsqueda adicional como la de “public services”. Se acotó en cuanto a publicaciones en inglés y un dominio de investigación referente a las ciencias sociales. Así se obtuvieron 21 resultados.

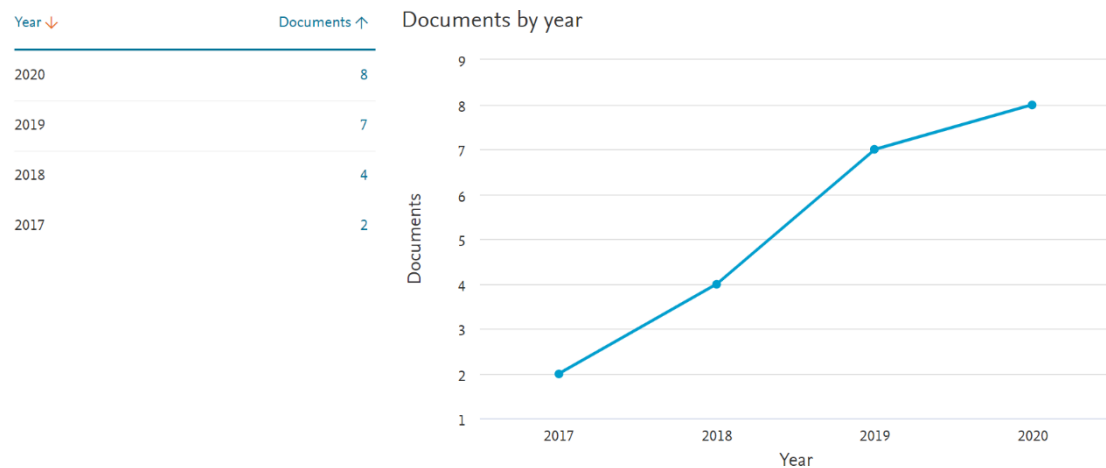
(TITLE-ABS-KEY (blockchain) AND ALL ("public services")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "SOCI")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English"))

La última búsqueda tuvo lugar el 26 de agosto de 2020.

3. CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS SELECCIONADOS

En lo relativo a las publicaciones que nos ofreció la búsqueda y por hacernos una idea preliminar y general de las características de estos, se procede a una clasificación de estudios según: año, país y sector.

Figura 2: clasificación de las contribuciones científicas según su año de publicación



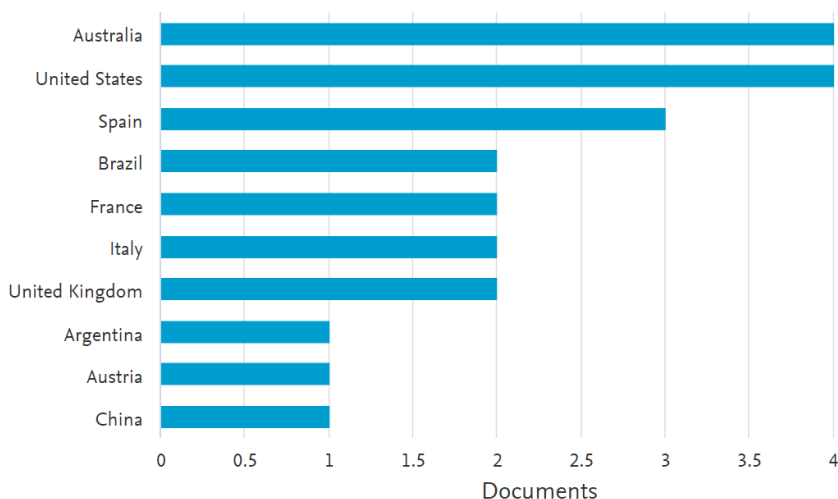
Fuente: Scopus, a agosto de 2020

Como se dijo anteriormente, el interés y las publicaciones sobre este tema va creciendo año a año. Así se ve reflejada en este apartado donde la contribución científica es creciente, pasando de 2 publicaciones en 2017 a 4 veces más a inicios de 2020.

Figura 3: clasificación de las contribuciones científicas según el país en el que se publicaron

Documents by country or territory

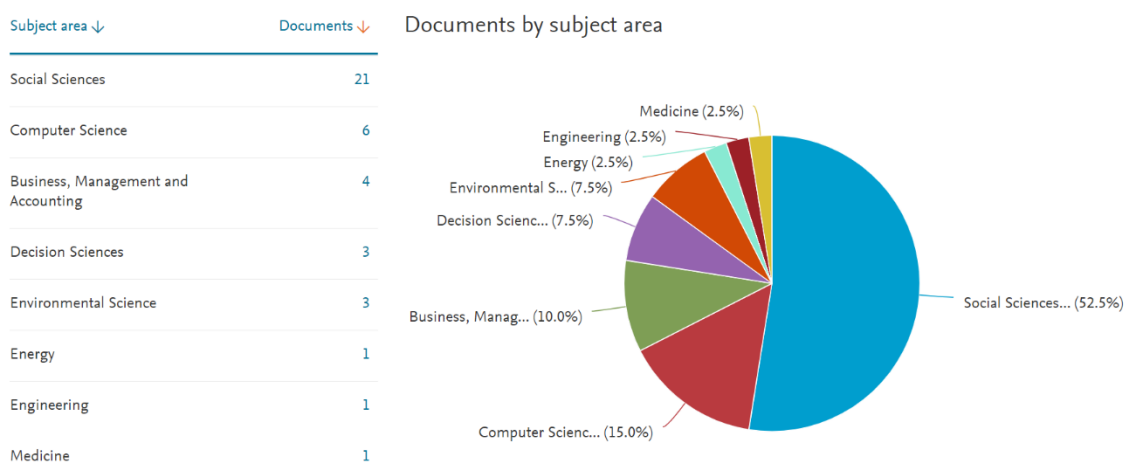
Compare the document counts for up to 15 countries/territories.



Fuente: Scopus, a agosto de 2020

Estas 21 publicaciones se desarrollaron en 10 países diferentes: 4 en Australia, 4 en EEUU, 3 en España, 2 tanto en Brasil, Francia, Italia como en Reino Unido y 1 en el caso de Argentina, Austria y China.

Figura 4: clasificación de las contribuciones científicas según el área tratada



Fuente: elaboración propia a partir de Scopus

Cabe destacar que las búsquedas obtenidas con las instrucciones especificadas anteriormente, más de la mitad de las contribuciones pertenece al área de las ciencias sociales.

4. RESULTADOS

En este punto vamos a analizar, a través de la literatura adoptada para nuestra revisión sistemática: por un lado, el impacto que puede tener la implantación de la tecnología DLT, blockchain en particular, sobre los servicios públicos desde dos perspectivas diferentes (para gobiernos y para ciudadanos); por otro lado y de manera más específica, se evaluará desde una perspectiva conjunta el impacto que puede tener la adopción de este tipo de tecnología sobre el sector de la sanidad y de la educación. Así se satisface los objetivos generales y específicos fijados en este TFG.

Comencemos aportando la visión desde un punto de vista gubernamental.

Si bien es cierto que más adelante se comentará más profundamente la implicación que puede tener la adopción de esta tecnología en el sector sanitario, se trata de uno de los servicios que potencialmente más se pueden ver beneficiados.

El sistema fiscal podría verse beneficiado del uso del blockchain. El uso de esta tecnología permitiría a las autoridades fiscales eliminar esos errores o ese fraude derivado de la diferencia entre los ingresos esperados por IVA y los que verdaderamente se recaudan (Chang, 2019). También en lo relativo a aduanas habría beneficio ya que podrían aprovechar esta tecnología para realizar un trabajo más eficiente a partir de la información disponible en la red (Allen et al., 2019).

Igualmente, el ámbito relativo a la gestión de registros públicos saldría beneficiado de la implantación de esta tecnología, que facilitaría la accesibilidad así como mejoraría la eficiencia, reduciendo tiempos de espera y costos y haciendo que estos registros se actualicen de manera automática (Reddick, 2019).

También supondría un cambio importante en cuanto al servicio de protección medioambiental. Gracias a blockchain el gobierno podría localizar rápidamente las fuentes de emisión de gases perjudiciales y actuar así en consecuencia para preservar el medioambiente (Vilkov y Tian, 2019).

Del mismo modo, podría emplearse esta tecnología blockchain como un sistema de voto electrónico que mejoraría el sistema de voto tradicional en el sentido de seguridad y rapidez (Zenin, 2019).

Blockchain también puede suponer mejorar en el sector energético en cuanto a eficiencia, transparencia y sostenibilidad (Lis y Mendel, 2019). A través de la cadena de bloques puede quedar registrada el tipo de energía y su procedencia y, a partir de aquí,

generar un proceso automatizado que suponga el ahorro de una gran cantidad de costes.

La implantación de una tecnología como esta no supondría beneficios únicamente para el gobierno; también los ciudadanos verían una mejora en su bienestar.

A nivel sanitario, el anonimato y la confidencialidad es vital. Blockchain ofrece la oportunidad de cifrar todos estos datos de manera segura.

Blockchain es una tecnología que destaca por su seguridad y eficiencia, además de descartar la dependencia de un tercero para cualquier proceso. A partir de estos principios, esta cadena de bloques puede suponer una mejora cualitativa sobre los registros de propiedad; así, esta tecnología puede suponer un mayor control sobre los activos personales de los ciudadanos (Thakur et al., 2019).

Gracias a blockchain se puede paliar la preocupación referente a la corrupción, entre otras. Si se hace que la contratación pública sea accesible a través de esta tecnología, supondría una mejora enorme en niveles de transparencia gubernamental, satisfaciendo la demanda ciudadana (Borole et al., 2019).

Al igual que suponía un beneficio para los gobiernos, la implantación de un sistema de votos electrónico basado en la tecnología blockchain haría lo propio con los ciudadanos; si bien es cierto que aún queda labor por hacer para establecer un sistema de este tipo que satisfaga dimensiones tan amplias como las que pudiese suponer unas elecciones generales, la realidad es que esta tecnología tiene el potencial para ello (Johnson, 2019).

En el contexto de las cadenas de suministro, cualquier dato puede quedar almacenado a través de esta tecnología de manera inmutable. Toda la historia del producto en cuestión queda registrada en esta cadena lo que supondría un beneficio mayúsculo para todos los agentes operantes en este proceso (Hartmann y Thomas, 2019)

4.1 Sanidad

Como se ha señalado previamente, el blockchain tiene un margen de actuación muy amplio en el ámbito sanitario y, motivado por la reciente crisis sanitaria derivada del Covid-19, se ha decidido destacar este sector como uno de los principales en cuanto a impacto del blockchain.

El principal desafío en la industria de la salud es la privacidad y seguridad de los registros de los pacientes (Ekblaw, Azaria, Halamka y Lippman, 2016). Uno de los

problemas a los que nos enfrentamos hoy día en este contexto, es el hecho de compartir registros históricos del paciente con otros centros. Un paciente puede recibir tratamiento de diversos médicos y cada uno de ellos darle una prescripción distinta, por esto es necesario llevar los registros antiguos a la clínica actual. Blockchain sería el medio para solucionar este problema (Mertz, 2018). Puede mantener los datos seguros pero compartidos entre médicos y clínica.

Existen enormes aplicaciones de blockchain en la atención médica. Master Patient Index (MPI) es un ejemplo de esta aplicación que podría relacionar todos los registros que recibe la secretaría acerca de una persona a lo largo de su vida (nacimiento, afiliaciones, ingresos, atenciones, defunción) independientemente de donde sea atendido, que afiliaciones tenga o si se utiliza SINBA o los sistemas de cada institución. El IMP tendrá los datos personales más completos y actuales de una persona ya que integrará lo que le envíen todas las instituciones. Permitirá obtener estadística cruzada entre diferentes sistemas y también de servicios prestados entre unidades de diferentes instituciones o afiliaciones (Mettler, 2016).

Muchos investigadores han trabajado para la identificación de pacientes y sobre sistemas basados en permisos que, con la autorización previa del paciente, comparta datos con otros centros utilizando blockchain (Yaqoob et al., 2019).

La gestión de la cadena de suministro en este ámbito de la atención médica también puede verse beneficiada de la implantación del blockchain (Daniel et al., 2017) a través de los Smart contracts, que abarcan desde la materia prima hasta el producto terminado, entrega y detalles de pago (Dagher et al., 2018).

Otro tema de atención sanitaria que la implantación de la cadena de bloques ayudaría a paliar sería el de la falsificación de medicamentos (Mettler, 2016) en aquellos países en los que los ingredientes de estos medicamentos no están a la altura o no están activos. La falsificación de medicamentos se puede eliminar si blockchain realiza la verificación.

En relación a esto último y en un ámbito ya no solo sanitario, se realizó una investigación sobre productos falsos (Toyoda et al., 2017). Hoy, las etiquetas RFID se implementan en todo el mundo para verificar la propiedad del producto, pero siguen siendo fáciles de manipular. Se propuso un método para validar estas etiquetas basado en blockchain en la que el cliente podía rechazar comprar el producto si el vendedor no podía verificar la propiedad, hecho que sería validado por blockchain. Los resultados mostraron que el coste de administrar los productos mediante esta idea sería de menos de un dólar y el número de transferencias de propiedad inferior a seis.

Volviendo al campo sanitario, la mala atención y la hospitalización innecesaria son otros de los aspectos a corregir por esta tecnología. Ahora, el sistema de atención al paciente evoluciona a través de la atención remota y el tratamiento en varias etapas con sistemas de monitoreo (Khan et al., 2020).

4.2 Educación

Hoy, la formación de la fuerza laboral futura presenta desafíos para el sistema educativo. Se puede decir que es bastante difícil evaluar de manera certera el nivel de habilidades que un estudiante ha llegado a conseguir para que esto le permita maximizar sus opciones de empleo en el futuro (Lizcano et al., 2020). Esto, unido a los tradicionales currículos en papel, los problemas de confianza que puede causar validarlos y que correspondan a conocimientos reales, provoca la necesidad de inclusión de nuevas herramientas en el campo de la educación.

Sin embargo, en los últimos tiempos, es cierto que el sector de la educación también ha sufrido cambios significativos derivados de los avances tecnológicos. Hoy y con el fin de mejorar su capacidad, se están empleando en este campo innovaciones como Inteligencia Artificial, Realidad Virtual o Blockchain (Alam y Benadia, 2020). Pero ¿cómo beneficiaría la implantación de un sistema blockchain en el sistema educativo? Varias de las posibilidades que ofrece se pueden desglosar a nivel de gestión y a nivel académico:

A nivel de gestión.

- a. Costes más bajos. Una estrategia llevada a cabo mediante blockchain reduciría los costes ya que elimina la participación de terceras partes. Así, se ofrecería una correspondencia completa (Alam, 2018)
- b. Reduce el tiempo. Minimiza el tiempo empleando en la transacción de semanas a segundos. A modo de ejemplo, si un estudiante quiere entrar en la universidad, le lleva una cantidad elevada de tiempo todo el proceso de gestión, elaborar formularios y esperar respuesta de la otra parte implicada, la universidad. Blockchain minimiza este tiempo empleado (Alam, 2019).
- c. Seguridad y privacidad. Esta es una de las características intrínsecas del blockchain que se trasladaría al sistema educativo ofreciendo esto mismo a los usuarios (Alam y Benadia, 2020).

- d. Gestión de inversiones. Con la incorporación de esta tecnología se permite intercambiar dinero de manera segura sin precisar de una tercera parte. Esto agiliza operaciones financieras, aumenta su seguridad y reduce costes (Alam y Aljohani, 2015).
- e. Cambios en los roles de las instituciones educativas. La implantación de una tecnología como blockchain puede ser un gran medio para calificaciones y experiencia. Esto eliminaría el papel del administrador de la institución además de reducir los costes asociados (Alam y Benadia, 2020).

A nivel académico.

- a. Las instituciones académicas pueden orientar la docencia impartida conforme a las demandas del mercado laboral, mejorando la calidad y sabiendo el grado de éxito que tendrán los alumnos cuando finalizan un curso (Lizcano et al., 2020).
- b. Los estudiantes podrían disponer de un currículum completo y actualizado que puede ser verificado por cualquier empleador futuro (Lizcano et al., 2020).
- c. Desde el punto de vista de los empleadores, estos cuentan con un medio para orientar la formación de los estudiantes ahorrando así la necesidad de volver a tener que hacerlo mediante cursos de formación si deciden contratarlos y evitando así una gran cantidad de tiempo y dinero (Lizcano et al., 2020).
- d. Se elimina la gestión de documentos en papel incrementando así la dificultad de falsificar estos documentos (Alam y Benadia, 2020).

Por tanto, de la implantación del blockchain en el sistema educativa se beneficiarían todos los agentes: la institución encargada de la formación del alumno tendría una mayor reputación al ver como la mayor parte de sus instruidos salen al mercado laboral con unas competencias que se adecúan a los demandado por los empleadores; el estudiante saldría con las competencias adecuadas para entrar al mercado laboral y en cuanto a los empleadores, dispondrían de nuevos trabajadores bien formados y que satisfacen sus demandas (Lizcano et al., 2020)

Las instituciones educativas pueden beneficiarse enormemente del blockchain; la mayor parte de los recursos educativos están disponibles con la inclusión de la tecnología en los dispositivos inteligentes. Se pasa ahora a señalar ciertas aplicaciones basadas en blockchain y elaboradas con fines educativos:

- a. Plataforma APII. Lo que nos permite esta aplicación es confirmar las calificaciones académicas de estudiantes y profesorado (APII). Pretende maximizar la capacidad de todos los integrantes de la red a través de su sitio web o aplicaciones móviles con las que también funciona. Presenta un sistema de verificación individual con huellas dactilares y permite encontrar conexiones rápidas a su página web (appii.io).
- b. ODEM. Se trata de una plataforma que conecta en la misma red a profesores, estudiantes y a aquellos profesionales con servicios relevantes. De esta forma, los estudiantes pueden mejorar su aprendizaje con los profesores y con los empleadores potenciales. Presenta un uso bastante sencillo ya que utiliza los Smart contracts para el proceso de pago. Es una herramienta que motiva al estudiante y la hace aprender disfrutando (ODEM Trust Network).
- c. Parchment. Se trata del servicio más utilizado a día de hoy. En este foro, los alumnos pueden intercambiar opiniones sobre sus calificaciones académicas con potenciales empleadores. Permite a estudiantes, instituciones y empleadores solicitar, verificar y compartir las credenciales de una forma segura (Parchment.com).

5. CONCLUSIONES

A lo largo de este TFG se ha llevado a cabo una revisión sistemática de las contribuciones científicas publicadas sobre el impacto del blockchain en los servicios públicos.

Desde un primer momento, se marcó como objetivo principal llevar a cabo este análisis para evaluar el impacto genérico que esta tecnología podría tener sobre diferentes servicios públicos. Esto se llevó a cabo desde dos perspectivas diferentes: para el gobierno y para el conjunto de los ciudadanos

Del mismo modo y motivado por los recientes acontecimientos del Covid-19, donde la atención sanitaria ha cobrado especial protagonismo y la educación está cobrando gran importancia en el sentido de cómo llevarla a cabo y compaginarla de manera segura con esta crisis sanitaria, se fijó como objetivos más concretos analizar en profundidad cómo afectaría el impacto de esta tecnología sobre el sector de la sanidad y de la educación.

Esta revisión sistemática nos muestra como el volumen de literatura sobre este tema ha crecido exponencialmente en los últimos años abordando una gran cantidad de campos de estudio. En este contexto de las ciencias sociales se han encontrado publicaciones referentes a diversos sectores como son el de la salud, educación, protección medioambiental, sistemas de votación...

Una de las posibles limitaciones que se puede encontrar alguien que busca conocer más sobre este tema, es que a pesar de que las contribuciones científicas han aumentado en los últimos años como se ha dicho previamente, la relación del blockchain con los servicios públicos aún está en etapa de desarrollo y la mayoría de las publicaciones tratan sobre conjeturas y posibles beneficios en caso de su aplicación. Sí existen programas piloto en este ámbito, pero aún están lejos de lo que se espera del potencial de esta tecnología en el campo de los servicios públicos. Esta revisión sistemática supone, pues, una base sobre la que trabajar en el futuro.

En los próximos años probablemente veremos cómo esta tecnología va introduciendo, poco a poco, transformaciones en la sociedad y en el campo de los servicios públicos, viéndose esto reflejado en el crecimiento del conocimiento de este tema.

6. BIBLIOGRAFÍA

AHMED, Sheraz; SHAH, Muhammad Arif; WAKIL, Karzan. Blockchain as a Trust Builder in the Smart City Domain: A Systematic Literature Review. *IEEE Access*, 2020, vol. 8, p. 92977-92985.

ALAM, Tanweer. A reliable framework for communication in internet of smart devices using IEEE 802.15. 4. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 2018, vol. 13, no 10, p. 3378-3387.

ALAM, Tanweer; ALJOHANI, Mohammed. Design and implementation of an Ad Hoc Network among Android smart devices. En *2015 International Conference on Green Computing and Internet of Things (ICGCIoT)*. IEEE, 2015. p. 1322-1327.

ALAM, Tanweer; BENALIDA, Mohamed. Blockchain and Internet of Things in Higher Education. *Universal Journal of Educational Research*, 2020, vol. 8, no 5, p. 2164-2174.

ALAM, Tanweer. IoT-Fog: A communication framework using blockchain in the internet of things. *arXiv preprint arXiv:1904.00226*, 2019.

ALLEN, Darcy WE, et al. International policy coordination for blockchain supply chains. *Asia & the Pacific Policy Studies*, 2019, vol. 6, no 3, p. 367-380.

BOROLE; MANSI; NILANGE, Abhishek; VELHAL, Karan and JOSHI, Tanmay, 2019. 'A Survey on Blockchain for Enabling Transparency in Transactions of Government Direct Benefit Transfers (DBT)'. *International Journal of Computer Applications* 181 (47): 27–31. <https://doi.org/10.5120/ijca2019918637>.

CAGIGAS, Diego; CLIFTON, Judith; DÍAZ-FUENTES, Daniel, and FERNÁNDEZ-GUTIÉRREZ, Marcos. (2020). "Evaluation Framework on the Potential Implications of Blockchain in the Public Sector: A Systematic Review"

CHANG, Yanling; IAKOVOU, Eleftherios; SHI, Weidong. Blockchain in global supply chains and cross border trade: a critical synthesis of the state-of-the-art,

challenges and opportunities. *International Journal of Production Research*, 2020, vol. 58, no 7, p. 2082-2099.

CHRISTENSEN, Clayton M., et al. Disruptive innovation for social change. *Harvard business review*, 2006, vol. 84, no 12, p. 94.

DAGHER, Gaby G., et al. Ancile: Privacy-preserving framework for access control and interoperability of electronic health records using blockchain technology. *Sustainable cities and society*, 2018, vol. 39, p. 283-297.

DE LEON, Daniel Conte, et al. Blockchain: properties and misconceptions. *Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 2017.

EKBLAW, Ariel, et al. A Case Study for Blockchain in Healthcare: "MedRec" prototype for electronic health records and medical research data. En *Proceedings of IEEE open & big data conference*. 2016. p. 13.

Employee background checks and CV verification underpinned by blockchain technology. URL: <https://appii.io/>

HARTMANN, Sam; THOMAS, Sebastian. Applying blockchain to the Australian carbon market. *Economic Papers: A journal of applied economics and policy*, 2020, vol. 39, no 2, p. 133-151.

JOHNSON, Desmond. Blockchain-Based Voting in the US and EU Constitutional Orders: A Digital Technology to Secure Democratic Values?. *European Journal of Risk Regulation*, 2019, vol. 10, no 2, p. 330-358.

KHAN, Fakhri Alam, et al. Blockchain technology, improvement suggestions, security challenges on smart grid and its application in healthcare for sustainable development. *Sustainable Cities and Society*, 2020, vol. 55, p. 102018.

LIS, Piotr; MENDEL, Jacob. Cyberattacks on critical infrastructure: An economic perspective. *Economics and Business Review*, 2019, vol. 5, no 2, p. 24-47.

LIZCANO, David, et al. Blockchain-based approach to create a model of trust in open and ubiquitous higher education. *Journal of Computing in Higher Education*, 2020, vol. 32, no 1, p. 109-134.

MERTZ, Leslie. (Block) chain reaction: a blockchain revolution sweeps into health care, offering the possibility for a much-needed data solution. *IEEE pulse*, 2018, vol. 9, no 3, p. 4-7.

METTLER, Matthias. Blockchain technology in healthcare: The revolution starts here. En *2016 IEEE 18th international conference on e-health networking, applications and services (Healthcom)*. IEEE, 2016. p. 1-3.

NOFER, Michael, et al. Blockchain. *Business & Information Systems Engineering*, 2017, vol. 59, no 3, p. 183-187.

REDDICK, Christopher G.; CID, Gabriel Purón; GANAPATI, Sukumar. Determinants of blockchain adoption in the public sector: An empirical examination. *Information Polity*, 2019, no Preprint, p. 1-18.

THAKUR, Vinay, et al. Land records on blockchain for implementation of land titling in India. *International Journal of Information Management*, 2020, vol. 52, p. 101940.

The ODEM Trust Network. URL: <https://odem.io/odem-trust-network/>

TOYODA, Kentaroh, et al. A novel blockchain-based product ownership management system (POMS) for anti-counterfeits in the post supply chain. *IEEE access*, 2017, vol. 5, p. 17465-17477.

Turn Credentials into Opportunities. URL: <https://www.parchment.com/>

VILKOV, A.; TIAN, G. Blockchain as a solution to the problem of illegal timber trade between Russia and China: SWOT analysis. *International Forestry Review*, 2019, vol. 21, no 3, p. 385-400.

WILSON, Sandra Jo; LIPSEY, Mark W.; DERZON, James H. The effects of school-based intervention programs on aggressive behavior: A meta-analysis. *Journal of consulting and clinical psychology*, 2003, vol. 71, no 1, p. 136.

YAQOOB, Sobia, et al. Use of Blockchain in Healthcare: A Systematic Literature Review.

ZENIN, Sergey, et al. Applying Technologies of Distributed Registries and Blockchains in Popular Voting and Lawmaking: Key Methods and Main Problems. *Amazonia Investiga*, 2019, vol. 8, no 20, p. 330-339.